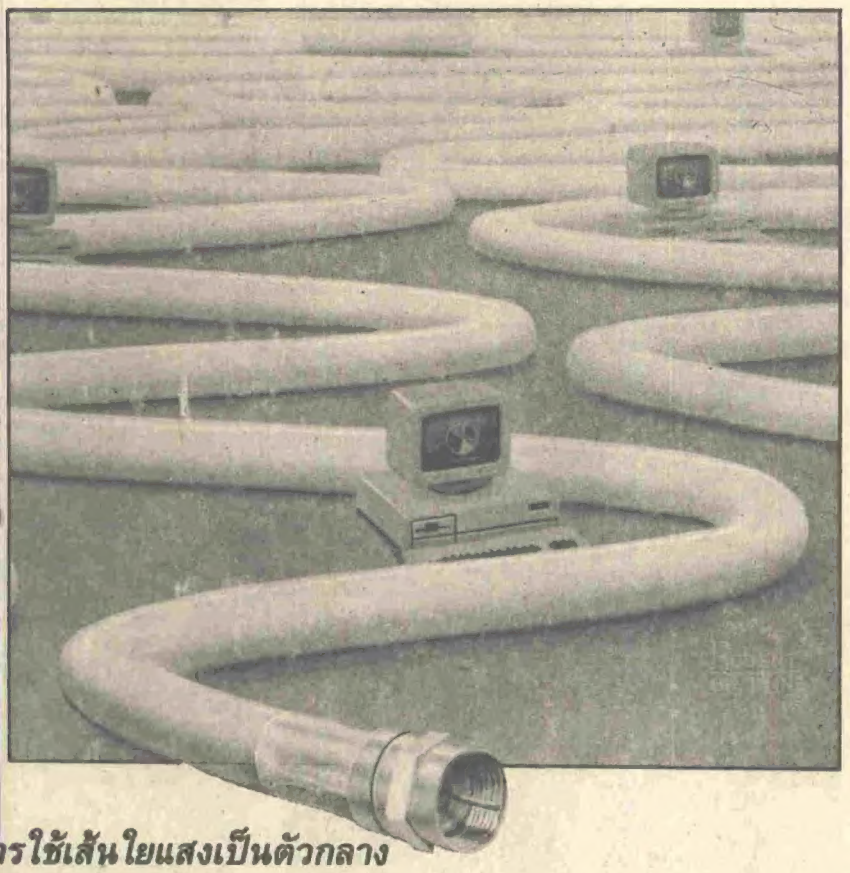
เรื่องน่าอ่าน
วิทยา ภู่สันติสัมพันธ์

ครงข่ายท้องถิ่น
ไฟเบอร์ออปติก



รใช้เส้นใยแสงเป็นตัวกลาง
การส่งผ่านข้อมูล
กับระบบ LANS อะไรบ้าง
ะมีข้อดีข้อเสียอย่างไร

ในปัจจุบันตัวกลางสำหรับส่งผ่านข้อมูลที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไปในโครงข่ายท้องถิ่น (LANS) คือ สายคู่ตีเกลียว (twisted pair) และสายโคแอกเชียล (coaxial cable) การใช้ไฟเบอร์ออปติกยังมีน้อย เพราะค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าและต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการติดตั้งและซ่อมแซมแก้ไข แต่อย่างไรก็ตามไฟเบอร์ออปติกมีข้อดีหลายประการที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้เป็นตัวกลางส่งผ่านข้อมูลในโครงข่ายท้องถิ่น (LANS) ได้

บทความนี้จะกล่าวถึงข้อดีของไฟเบอร์ออปติกและสถาปัตยกรรมของโครงข่ายไฟเบอร์ออปติกที่มีใช้งานแล้ว

ข้อดีของไฟเบอร์ออปติก

การพัฒนาระบบสื่อสารผ่านไฟเบอร์-ออปติกให้ใช้งานได้จริงจังนั้นนับได้ว่าเป็นการพัฒนาที่สำคัญมากอันหนึ่งในการพัฒนาระบบส่งผ่านข้อมูล (data transmission system) ระบบสื่อสารผ่านไฟเบอร์ออปติกได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางในระบบโทรคมนาคม นอกจากนี้แล้วไฟเบอร์ออปติกยังถูกนำไปใช้ในงานด้านอื่น ๆ เช่น เคเบิลทีวี ไฮโดรโฟน (hydrophone)* เป็นต้น ข้อได้เปรียบของไฟเบอร์ออปติกเมื่อเทียบกับคู่ตีเกลียวและสายโคแอกเชียล พอสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. แบนด์วิดธ์กว้างกว่า แน่นอนที่สุดเมื่อตัวกลางสำหรับส่งผ่านข้อมูลมีแบนด์วิดธ์กว้างย่อมจะมีอัตราการส่งผ่านข้อมูลสูง ตัวอย่างเช่น ได้มีการพัฒนาระบบสื่อสารผ่านไฟเบอร์ออปติกซึ่งมีอัตราการส่งผ่านข้อมูล 2Gbps ใช้งานในระยะทางมากกว่า 10 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสื่อสารผ่านสายโคแอกเชียลซึ่งมีอัตราการส่งผ่าน

---

*hydrophone คือ อุปกรณ์สำหรับตรวจจับสัญญาณเสียงในน้ำ

ข้อมูลไม่เกิน 500 Mbps ใช้งานในระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตรเท่านั้น

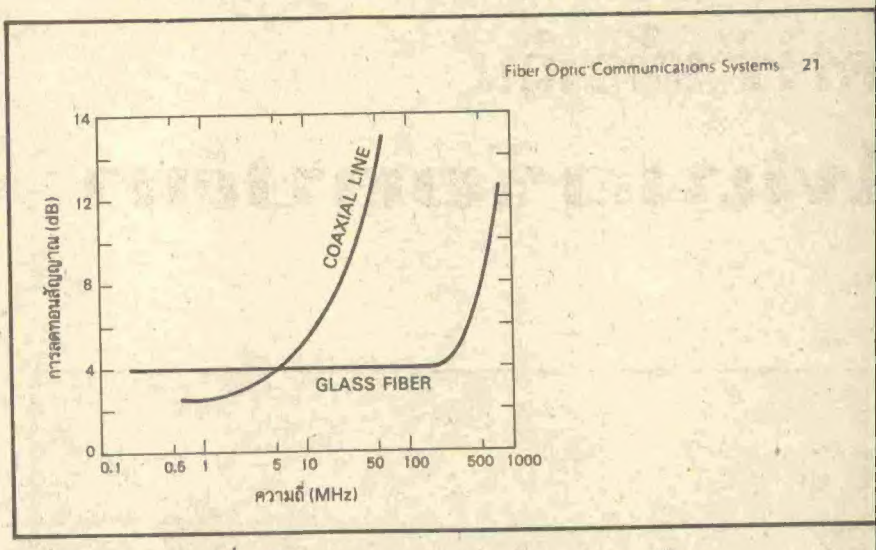
2. ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ไฟเบอร์ออปติกมีขนาดเล็กกว่าสายโคแอกเชียลหรือมัดของสายคู่ตีเกลียวมาก ๆ ในที่นี้หมายถึงกรณีที่ตัวกลางเหล่านี้มีอัตราการส่งผ่านข้อมูลเท่า ๆ กัน ตัวอย่างเช่น ไฟเบอร์ออปติกชนิดหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 125μm ชั้นนอกจะเป็นพลาสติกมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2.5 มิลลิเมตร การลดทอน 5 dB/กิโลเมตร เปรียบเทียบกับสายโคแอกเชียล RG-19/U ซึ่งมีอัตราการลดทอน 22.6 dB/กิโลเมตร (ที่ความถี่ 100 เมกะเฮิรตซ์) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 28.4 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 1,110 กิโลกรัม/กิโลเมตร

3. การลดทอนต่ำ การลดทอนสัญญาณของออปติกไฟเบอร์ต่ำกว่าการลดทอนสัญญาณของสายโคแอกเชียลหรือสายคู่ตีเกลียวมาก ๆ นอกจากนี้แล้วการลดทอนสัญญาณของไฟเบอร์ออปติกยังมีค่าคงที่ในช่วงความถี่กว้างกว่าดังที่แสดงในรูปที่ 1

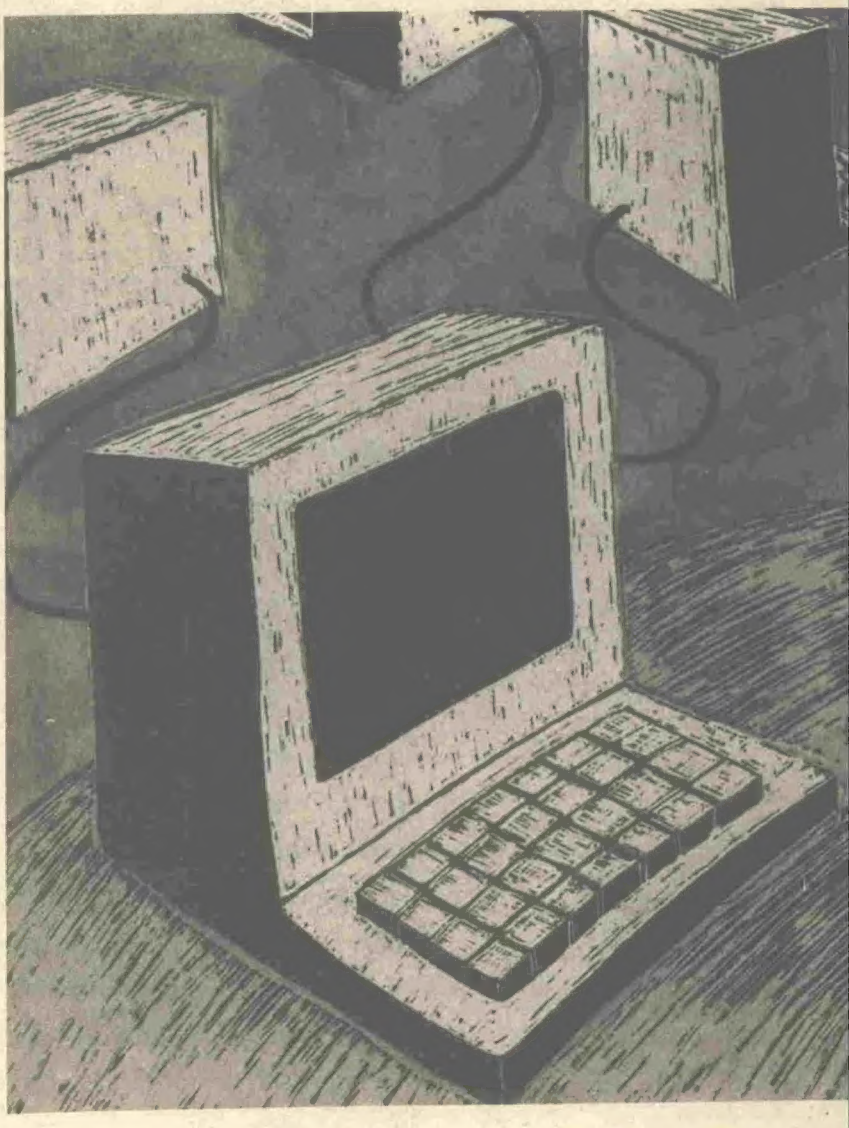
4. ไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นแม่เหล็ก ระบบไฟเบอร์ออปติกจะไม่ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนอิมพัลส์นอยส์ (impulse noise) หรือครอสส์ทอล์ค (crosstalk) และไฟเบอร์ออปติกจะไม่แผ่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปสู่อุปกรณ์อื่น ๆ

5. ใช้รีพีตเตอร์ (repeater) น้อยกว่า เพราะการลดทอนสัญญาณของไฟเบอร์ออปติกต่ำ ทำให้สามารถขยายระยะทางระหว่างแต่ละรีพีตเตอร์ได้ จำนวนรีพีตเตอร์ที่ใช้ในระบบลดลง ทำให้ราคาของระบบลดลงด้วย

ที่กล่าวมาแล้วเป็นข้อดีของไฟเบอร์ออปติก แต่ใช่ว่าไฟเบอร์ออปติกจะไม่มี



รูปที่ 1 ผลตอบสนองความถี่ของไฟเบอร์ออปติกและสายโคแอกเชียล (ความยาว 1 กิโลเมตร)

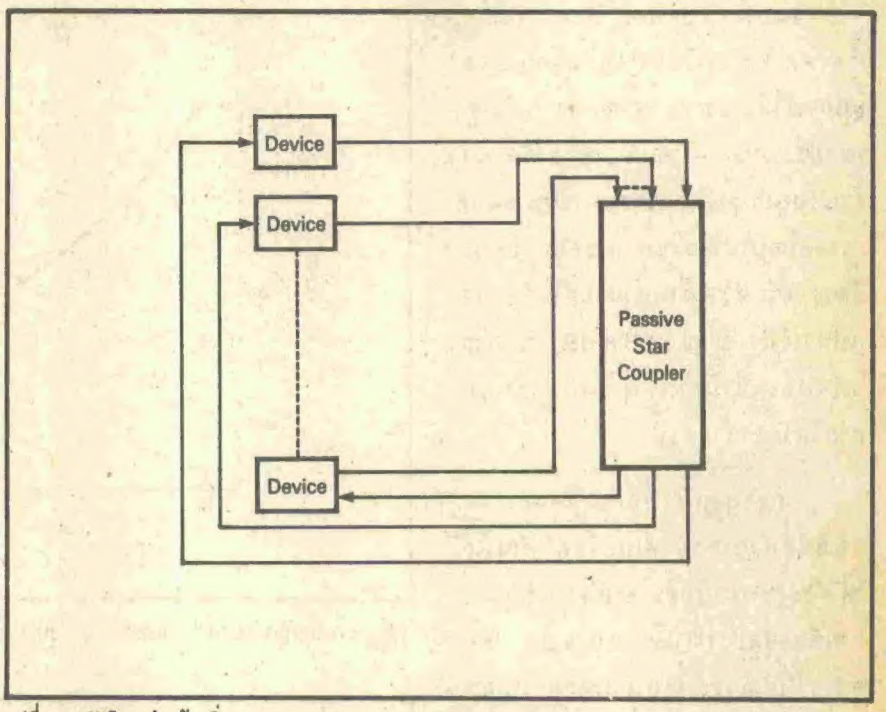


ข้อเสียเลย ข้อเสียอันแรกก็คือ ต้องใช้เทคนิคและเครื่องมือพิเศษในการติดตั้งการเชื่อมต่อ (splicing) และการวางเคเบิล ซึ่งเทคนิคและเครื่องมือเหล่านี้จะแตกต่างจากเทคนิคและเครื่องมือที่ใช้กับสายโคแอกเชียลหรือสายคู่ตีเกลียว ข้อเสียอีกอันหนึ่งก็คือค่าใช้จ่าย อุปกรณ์ในระบบไฟเบอร์ออปติกบางตัวทำงานทั้งในลักษณะอิเล็กทรอนิกส์และออปติคัล กล่าวคืออุปกรณ์เหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เป็นสัญญาณแสง (optical signal) หรือในทางตรงกันข้ามจะเปลี่ยนสัญญาณแสงไปเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความซับซ้อนและราคาแพง แต่อย่างไรก็ตามจากข้อดีที่ปฏิเสธไม่ได้ของไฟเบอร์ออปติกนั้นก็คือทำให้นักวิจัยทั้งหลายได้พยายามแก้ไขปัญหาเหล่านี้จนสามารถสร้างระบบ LANS ที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลางได้แล้ว เพื่อที่จะให้ระบบ LANS ที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลางสามารถแข่งขัน (ราคา, ความสะดวกในการติดตั้ง ฯลฯ) กับระบบ LANS ที่ใช้ตัวกลางแบบอื่น ๆ จะต้องมีการปรับปรุงอีกหลาย ๆ ด้าน และบางทีเทคนิคอันหนึ่งนั้นก็คือ Integrated Optics ซึ่งอาจจะเทียบได้กับ Integrated Circuits (IC) ในด้านอิเล็กทรอนิกส์นั่นเอง

เราได้กล่าวถึงข้อดีข้อเสียของไฟเบอร์ออปติกมาพอสมควร ถึงตอนนี้เราจะมากล่าวถึงระบบ LANS แบบต่าง ๆ ที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลาง

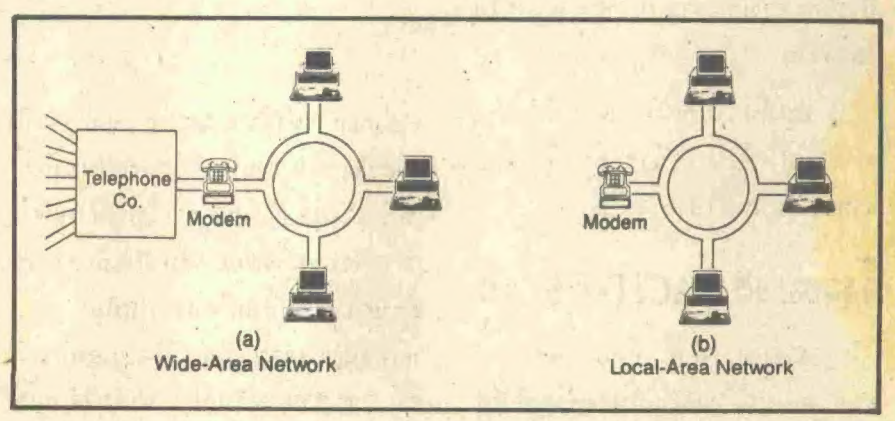
ว่ากันถึง PASSIVE STAR

นับได้ว่า Passive Star เป็น LANS ระบบแรกในทางการค้าที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลาง จากรูปที่ 2



รูปที่ 2 การจัดโครงข่ายท้องถิ่น (LANS) แบบ Optical Fiber Passive Star

การสร้าง Passive Star Coupler ทำได้โดยหลอมไฟเบอร์ออปติกหลายเส้นเข้าด้วยกัน แสงจากไฟเบอร์ออปติกเส้นใดเส้นหนึ่งก็ตามจะถูกแบ่งเท่า ๆ กันแล้วถูกส่งออกไปยังสายไฟเบอร์ออปติกทุก ๆ เส้น ด้านเอาต์พุตการสร้างโครงข่ายทำได้โดยต่ออุปกรณ์เข้ากับ Passive 2 เส้น เส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นหนึ่งสำหรับรับข้อมูล ไฟเบอร์ออปติกสำหรับส่งข้อมูลทุก ๆ เส้นจะต่อเข้ากับด้านหนึ่งของ Passive Star Coupler และไฟเบอร์ออปติกด้านรับทั้งหมดจะต่อเข้ากับอีกด้านหนึ่งของ Passive Star Coupler ถึงแม้ว่าในทางกายภาพโครงข่ายจะมีลักษณะเป็น star แต่ในการทำงานมันทำงานเสมือนระบบบัส การส่งสัญญาณจากอุปกรณ์ใด ๆ อุปกรณ์อื่น ๆ ทุกตัวจะรับสัญญาณได้ และถ้าอุปกรณ์อย่างน้อย 2 ตัวส่งสัญญาณออกพร้อมกันจะเกิดการชนกันของสัญญาณ

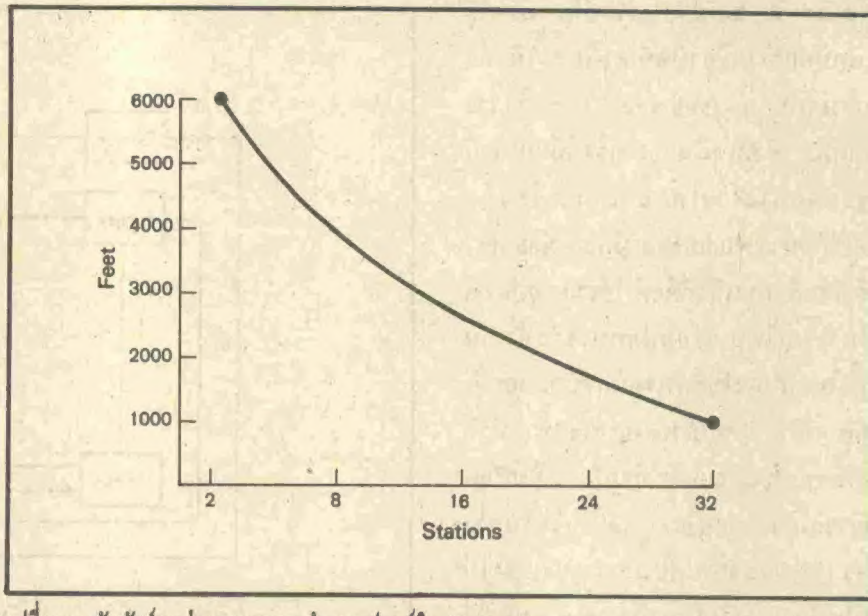


ระบบ Passive Star ที่มีในท้องตลาดปัจจุบันนี้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ประมาณ 20-30 ตัว ในระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร ข้อจำกัดของจำนวนอุปกรณ์และระยะทางขึ้นอยู่กับการลดทอนในโครงข่าย การลดทอนของสัญญาณระหว่างด้านส่งและด้านรับของอุปกรณ์ประมาณ 25-28 dB ซึ่งการลดทอนเหล่านี้เกิดจากส่วนประกอบภายในโครงข่ายดังนี้

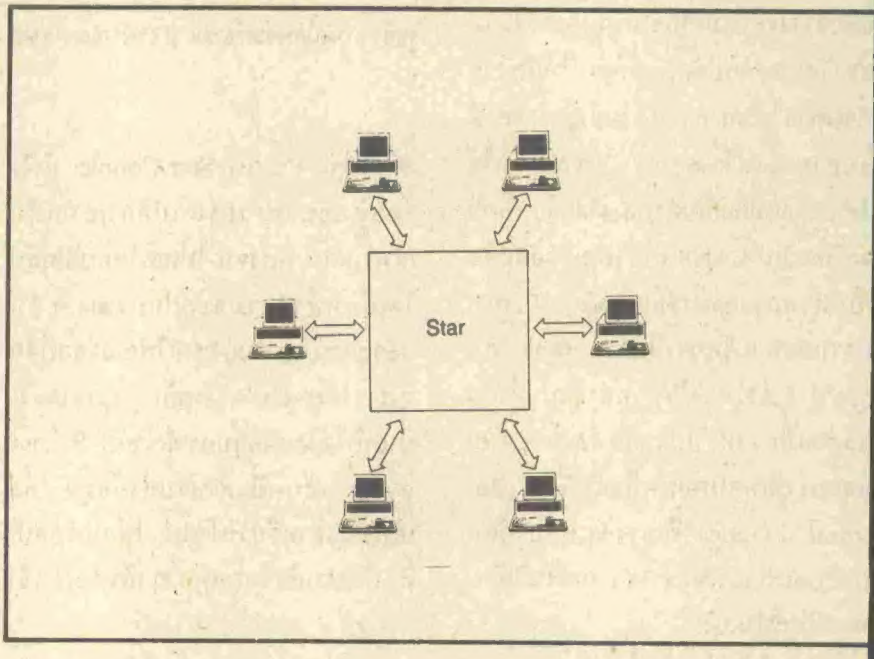
- การสูญเสียที่คอนเน็คเตอร์ในกรณีที่ต้องการต่อไฟเบอร์ออปติกเพื่อให้ได้ระยะทางเพิ่มขึ้น จะเกิดการสูญเสียในแต่ละจุดประมาณ 1.0-1.5 dB โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะมีคอนเน็คเตอร์ไม่เกิน 4 ตัวระหว่างด้านส่งและด้านรับ ดังนั้นการสูญเสียสูงสุดที่เป็นไปได้คือ 6.0 dB

- การลดทอนในเคเบิล ไฟเบอร์-ออปติกที่ใช้กันอยู่ในระบบนี้มีการลดทอนอยู่ในช่วง 3-6 dB/กิโลเมตร

- การแบ่งกำลังของสัญญาณภายใน coupler กำลังจากไฟเบอร์ออปติกด้านส่งอันใดอันหนึ่ง จะถูกแบ่งเท่า ๆ กันแล้วส่งไปยังไฟเบอร์ออปติกด้านรับทุก ๆ เส้น ดังนั้นเมื่อ coupler เชื่อมต่อกับไฟเบอร์ออปติกจำนวนมาก กำลังของสัญญาณในไฟเบอร์ออปติกด้านรับแต่ละเส้นจะน้อยลง ในรูปที่ 3 แสดงถึงระยะทางและจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงข่าย



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและจำนวนอุปกรณ์ใน Passive Star

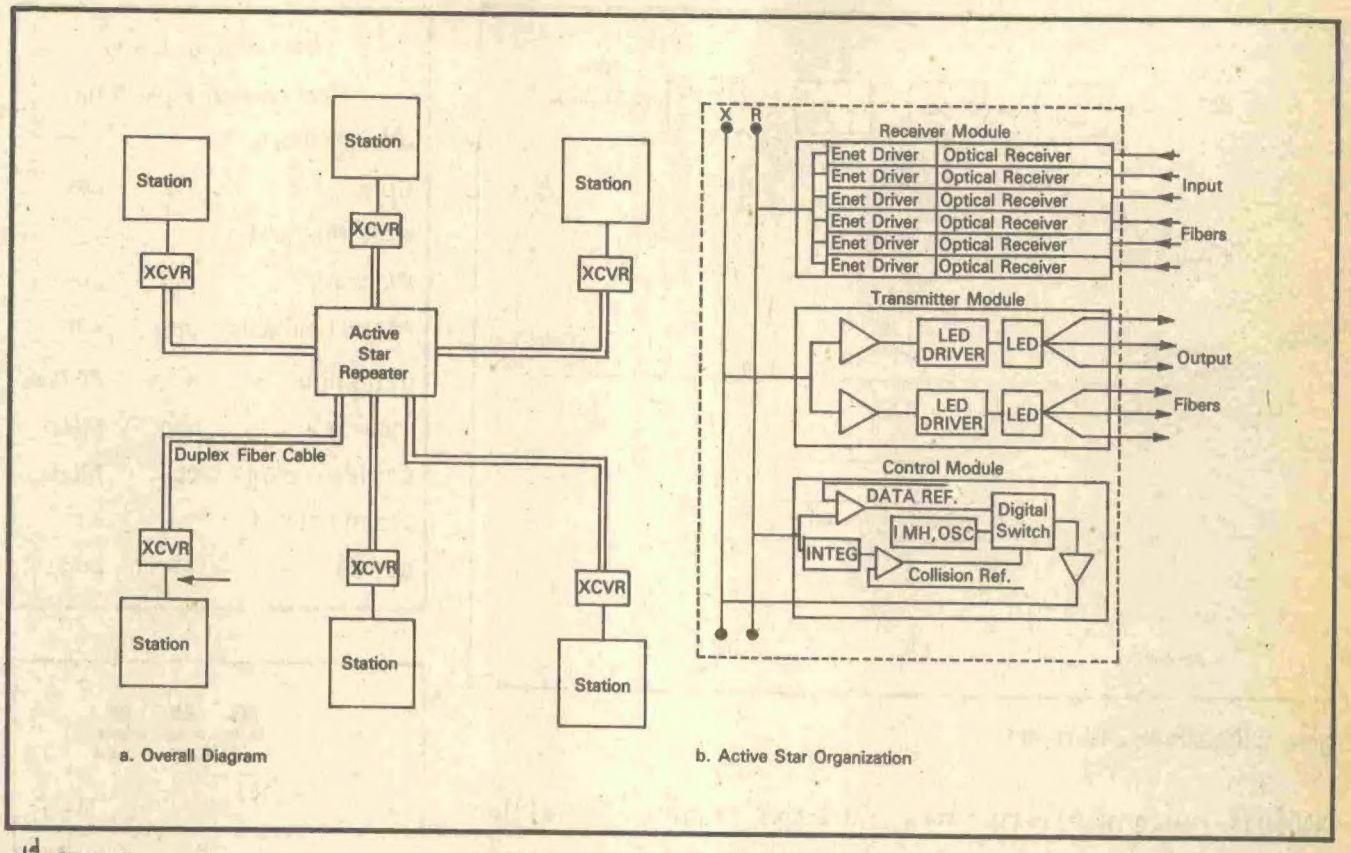


จะเห็นว่า Passive Star ค่อนข้างจะจำกัด ทั้งในด้านระยะทาง และจำนวนอุปกรณ์ในโครงข่าย

ถึงรอบของ ACTIVE STAR

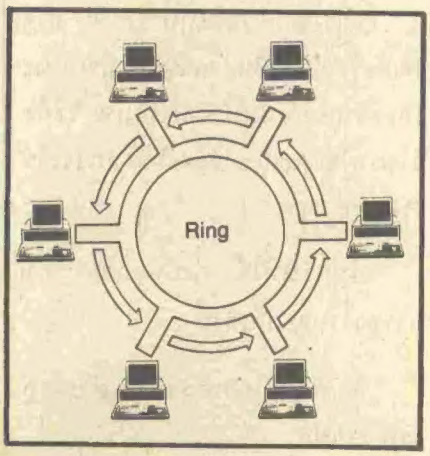
Active Star มีความแตกต่างจาก Passive Star เฉพาะส่วนที่เป็น Coupler เท่านั้น Active Star จะมี coupler เป็น active repeater แทนที่จะเป็นอุปกรณ์ passive สำหรับในลักษณะการทำงานแล้วเหมือนกับ Passive Star คือมีการทำงานเสมือนระบบบัส การส่งสัญญาณจากอุปกรณ์ใด ๆ อุปกรณ์อื่น ๆ จะสามารถรับสัญญาณนั้นได้ และจะมีอุปกรณ์เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่ส่งสัญญาณได้ในเวลาใดเวลาหนึ่ง

ตัวอย่างของระบบ LANS แบบนี้คือ Fibernet II ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นที่ศูนย์วิจัยเซร็อกซ์ พาโลอัลโต ในรูปที่ 4 แสดงไดอะแกรมของ Fibernet II อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกต่อเข้ากับโครงข่าย



รูปที่ 4 Fibernet II

โดยใช้ไฟเบอร์ออปติก 2 เส้น สำหรับส่ง 1 เส้น และสำหรับรับอีกหนึ่งเส้น ภายใน Active Repeater ประกอบด้วย Receiver module, Transmitter module และ Control module เมื่อ Receiver module รับสัญญาณจากไฟเบอร์ออปติก มันจะเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

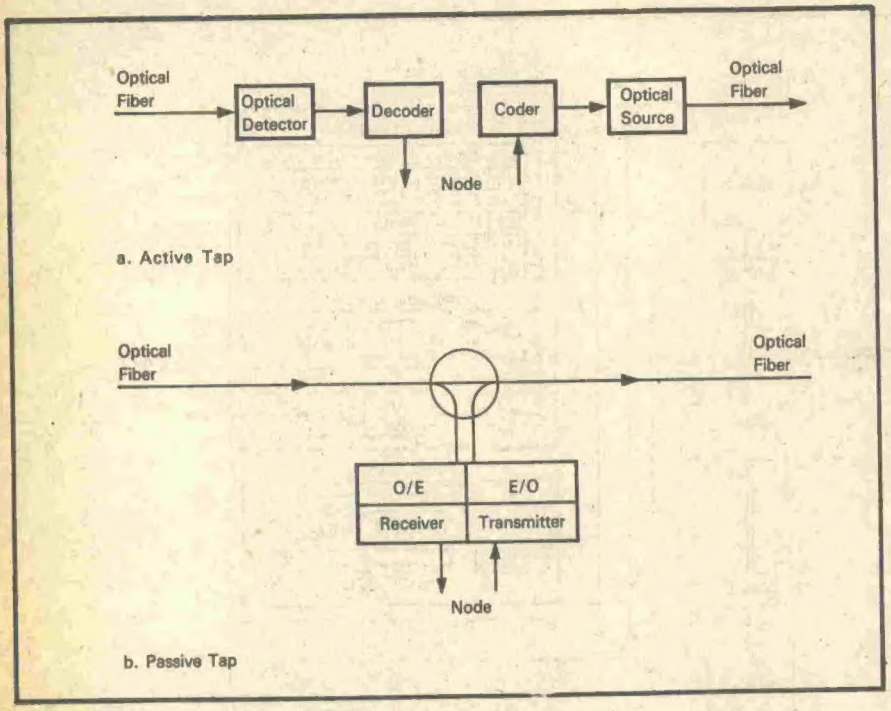


แล้วส่งต่อไปยัง R-bus control module เมื่อได้รับสัญญาณจาก R-bus แล้วจะส่งสัญญาณนั้นไปยัง X-bus (R-bus และ X-bus เป็นสายโคแอกเชียล 50 โอห์ม ขนาดสั้น ๆ) จุดประสงค์ที่ให้สัญญาณผ่าน Control module ก็เพื่อว่าจะสามารถตรวจสอบการชนกันของสัญญาณ Transmitter module จะรับสัญญาณไฟฟ้าจาก X-bus แล้วส่งไปยังไฟเบอร์-ออปติกทุก ๆ เส้นด้านเอาต์พุต จะเห็นได้ว่า ActiveStar ทำงานเสมือนระบบบัส ถึงแม้ลักษณะทางกายภาพจะเป็นแบบ star ก็ตาม

Active Star มีข้อได้เปรียบเหนือกว่า Passive Star ในจุดที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าโครงข่ายได้มากกว่า และใช้งานได้ในระยะทางไกลกว่า Fibernet II ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับโครงข่ายได้มากกว่า 100 ตัว ในระยะทางประมาณ 2.5 กิโลเมตร ส่วนในเรื่องราคานั้น Active Star จะมีราคาสูงกว่า Passive Star อย่างแน่นอนเป็นเพราะความซับซ้อนของ Active repeater

เข้าสู่เรื่อง FIBER RING

กล่าวกันว่ารูปแบบโครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบ LANS ที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลางคือ โครงข่ายแบบ ring ซึ่งนำการต่อแบบ จุด-ต่อ-จุด (point-to-point) หลาย ๆ อันมาประกอบกัน และเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าเทคโนโลยีทางด้านส่งข้อมูล จุด-ต่อ-จุด ผ่านไฟเบอร์ออปติกนั้นได้ถูกพัฒนา

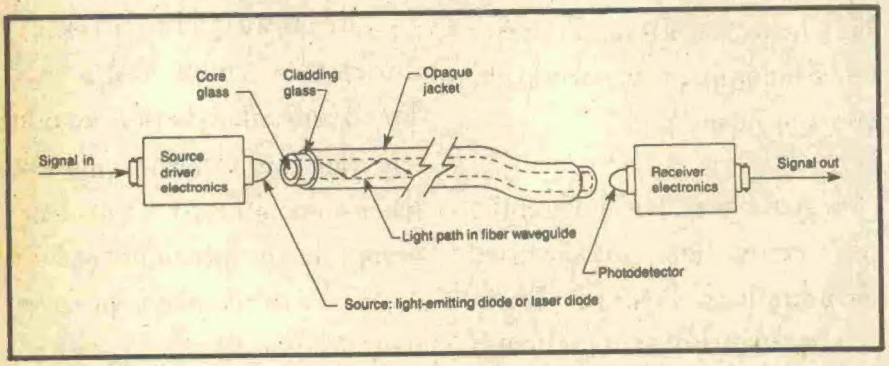


รูปที่ 5 ACTIVE TAPS และ PASSIVE TAPS

จนสำเร็จ และถูกนำมาใช้งานอย่างจริงจังแล้ว ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า ไฟเบอร์ออปติกมีคุณสมบัติเหนือกว่าสายโคแอกเชียลและสายคู่ตีเกลียวมาก ทั้งในด้านแบนด์วิดธ์และการลดทอนสัญญาณทำให้สามารถสร้างโครงข่ายได้ใหญ่ขึ้น (มีอุปกรณ์มากขึ้น) เมื่อใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลาง

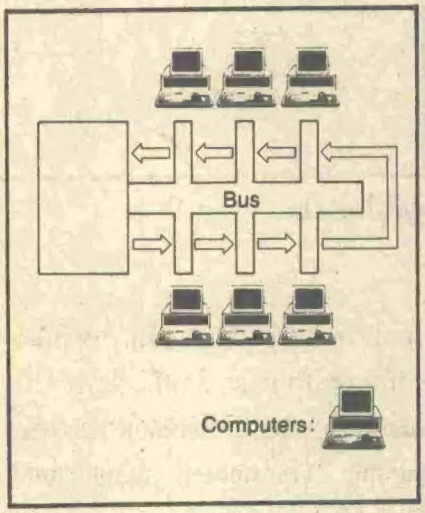
ตัวอย่างระบบ LANS แบบ Fiber Ring ที่นำมาแสดงนี้เป็นของไอบีเอ็ม แม้ว่าระบบที่นำมาแสดงนี้จะมีอัตราส่งผ่านข้อมูลที่ไม่สูงมากนัก (20 Mbps) แต่ในเรื่องของราคาแล้วสามารถแข่งขันกับ LANS ระบบอื่น ๆ ได้ กล่าวโดยสรุปก็คือสามารถผลิตออกสู่ท้องตลาดได้ ในตารางที่ 1 แสดงถึงคุณสมบัติของ Optical Fiber Ring ของไอบีเอ็ม

ตารางที่ 1 แสดงพารามิเตอร์ที่สำคัญของไฟเบอร์ออปติกที่มีความยาวคลื่นแสง 850 มิลลิเมตร สามารถใช้ LED ราคาถูก ๆ เป็นตัวส่งและใช้ pin diode เป็นตัวรับไฟเบอร์ออปติกมีลักษณะแบบ gradedindex mode ซึ่งราคาไม่แพงจนเกินไป ระบบนี้สามารถต่ออุปกรณ์ได้ประมาณ 250 จุด



ตารางที่ 1 สเปคของ IBM Optical Fiber Ring

เส้นผ่าศูนย์กลาง Core	100	μm
เส้นผ่าศูนย์กลาง Cladding	143	μm
ความยาวคลื่นแสง	850	μm
การลดทอน	6	dB/km.
แบนด์วิดธ์	150	MHz
อัตราส่งผ่านข้อมูล	20	Mbps
ระยะทางระหว่างอุปกรณ์	1.5-2.0	km.



รู้จักกับ Fiber Bus

การออกแบบระบบ LANS ที่ใช้ไฟเบอร์ออปติกเป็นตัวกลางและมีลักษณะโครงข่ายแบบบัสนั้นแบ่งเป็น 2 วิธีคือ วิธีแรกใช้ Active taps วิธีที่สองจะใช้ Passive taps

ในกรณีที่ใช้ Active taps นั้น การทำงานจะเป็นดังนี้

1. สัญญาณแสงจะถูกส่งเข้าสู่ tap จากบัส

2. สัญญาณนาฬิกา (clocking signal) จะถูกแยกออกมาจากสัญญาณแสง และสัญญาณแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า

3. สัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ภายในโครงข่าย แต่ในบางกรณีอาจจะต้องผ่าน decoder

4. สัญญาณไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณแสงแล้วถูกส่งเข้าไปในบัส (ในทำนองเดียวกันกับข้อ 3 สัญญาณไฟฟ้าอาจต้องผ่าน coder เสียก่อน)

ในกรณีที่ใช้ Passive taps นั้น taps จะดึงสัญญาณแสงบางส่วนจากบันในด้านรับ ส่วนด้านส่งนั้น taps จะส่งสัญญาณแสงเข้าสู่บัสได้โดยตรง รูปที่ 5 แสดง Active taps และ Passive taps

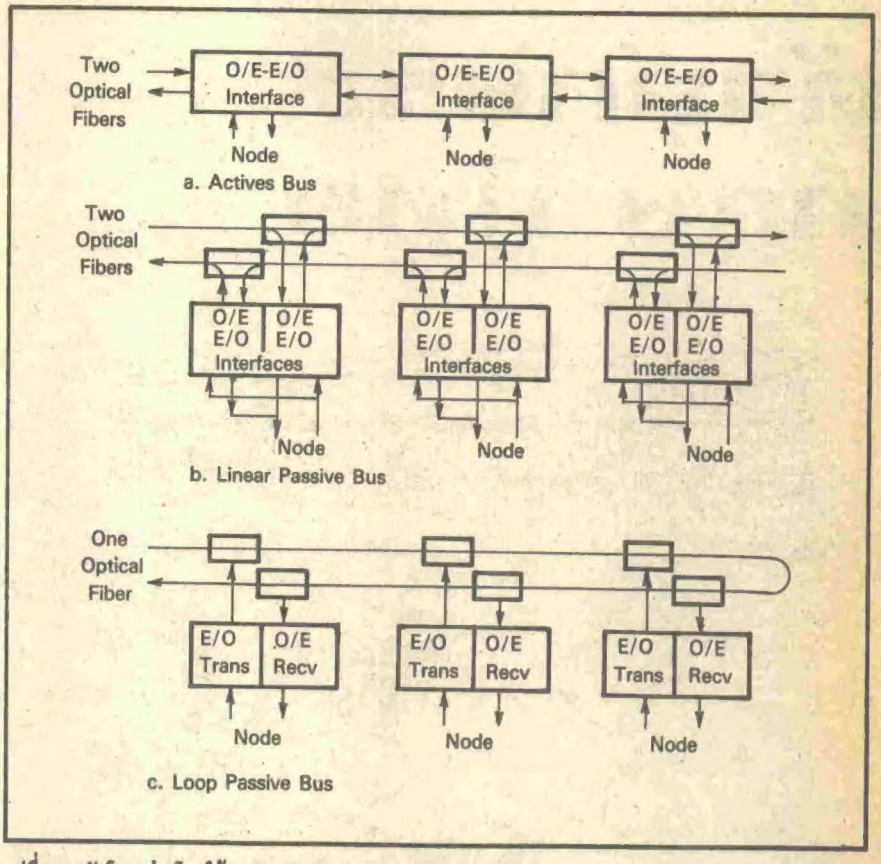
การสร้างโครงข่ายโดยใช้ Active taps และ Passive taps แสดงอยู่ในรูปที่ 6 แยกได้ 3 แบบคือ

1. Active bus ต้องการไฟเบอร์ออปติก 2 เส้น และ O/E-E/O อินเตอร์เฟส แต่ละชุดประกอบด้วย Active taps จำนวน 2 ตัว

2. Linear Passive bus ต้องการไฟเบอร์ออปติก 2 เส้นเช่นกัน

3. Loop Passive bus วิธีจัดโครงข่ายแบบนี้ปรับปรุงมาจาก Linear Passive bus ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถลดอุปกรณ์รับส่งลงครึ่งหนึ่ง

จะเห็นได้ว่าการจัดโครงข่ายแบบบัส โดยใช้ Active taps นั้นจะมีข้อเสียอยู่ที่ความซับซ้อนของอุปกรณ์รับส่ง (Transmitter/Receiver) นั้นหมายถึงราคาโครงข่ายจะสูงขึ้น อีกประการหนึ่งก็คือเมื่อโครงข่ายมี Active taps จำนวนมาก ดีเลย์ (delay) ในโครงข่ายก็มากขึ้น ในกรณีของ Passive taps



รูปที่ 6 การจัดโครงข่ายโดยใช้ ACTIVE TAPS และ PASSIVE TAPS

นั้นจะเกิดการสูญเสียกำลังใน taps ทำให้ต่ออุปกรณ์กับโครงข่ายได้น้อย

บทสรุป

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นได้ว่าในอนาคตอันใกล้นี้ระบบ Fiber Optic LANS จะเข้ามามีบทบาทในโลกของการติดต่อสื่อสารอย่างแน่นอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบ Fiber Ring ระบบ Fiber Optic LANS ที่มีสมรรถนะสูง สามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยอัตรา 100 Mbps ในระยะทางไม่ต่ำกว่า 100 กิโลเมตร และสามารถต่ออุปกรณ์เข้ากับโครงข่ายได้ถึง 500 ตัว

แล้วพบกันฉบับหน้าครับ